

تأثير الإجهاد الحلولي المستحدث بمركب البولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) في إنبات خمسة أصناف من الحمص (*Cicer arietinum* L.)

لبانة الصالح⁽¹⁾ وبشار حياص⁽¹⁾ وفادي عباس*⁽²⁾

(1). قسم المحاصيل الحقلية، كلية الزراعة، جامعة البعث، حمص، سورية.

(2). مركز بحوث حمص، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، دمشق، سورية.

(*للمراسلة: د. فادي عباس. البريد الإلكتروني fadiab77@gmail.com).

تاريخ القبول: 2019/01/10

تاريخ الاستلام: 2018/12/01

الملخص

نفذت هذه التجربة في مخابر جامعة البعث، كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية خلال العام 2017، حيث استخدم مركب بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) بهدف إحداث عدة جهود حلولية (0، -3، -6 بار) في وسط إنبات خمسة أصناف من الحمص ضمن ظروف متحكم بها، وفق التصميم كامل العشوائية (CRD)، وبثلاثة مكررات. أظهرت النتائج وجود تباين وراثي بين الأصناف المدروسة، في استجابتها لتغيرات تركيز PEG₆₀₀₀ في وسط النمو، حيث تراجمت نسبة الإنبات %، مع تراجع الجهد الحلولي لوسط الإنبات (0، -3، -6 بار) بمعدلات (100، 93.67، 70.73% على التوالي). كما تراجمت سرعة الإنبات عند معدلات الجهد الحلولي (0، -3، -6 بار) بحوالي (6.70، 4.98، 2.22 على التوالي). تم حساب طول كل من السويقة الجذبية والجذير عند المستويات المختلفة للجهد الحلولي، حيث وجد تراجعاً ملحوظاً في أطولهما مع تراجع الجهد الحلولي للوسط، وكان معدل التراجع في طول السويقة أعلى، وحافظ الصنف غاب5 على أقل معدلات تراجع في هذه الصفة مقارنةً ببقية الأصناف. ومن خلال تباين استجابة الأصناف المدروسة لإضافة مركب PEG₆₀₀₀، خلال مرحلة الإنبات، تمّ بالاعتماد على تحليل z. distribution الذي يبين توزع الأصناف بين متحملة، وحساسة للجفاف، اعتبار الصنفين غاب5 وغاب4 كمتحملين للجفاف، وبالتالي أفضلية اختيارهما للزراعة في البيئات الأكثر عرضة لظروف قلة المياه، مقارنةً مع الأصناف الأخرى.

الكلمات المفتاحية: الإجهاد الحلولي، بولي إيثيلين غليكول PEG₆₀₀₀، مرحلة الإنبات، الحمص.

المقدمة:

يعد الحمص (*Cicer arietinum* L.) من النباتات البقولية ذاتية التلقيح، وينتمي إلى رتبة البقوليات (القرنيات) Leguminosae والفصيلة الفراشية Papilionaceae، ويضم الجنس Cicer 43 نوعاً، تسعة أنواع منها حولية annuals بما في ذلك الحمص المزروع chickpea و33 نوعاً معمر Perennials، ونوعاً واحداً غير محدداً. وينمو الحمص حول العالم في أكثر من 45 بلداً، ويعتقد أن مناطق جنوب شرق تركيا وشمال شرق سورية تعد من مناطق نشوء هذا المحصول (Lev-Yadun et al., 2000). يزرع الحمص عالمياً في 12.7 مليون هكتاراً مع إنتاج سنوي 12 مليون طنناً، والإنتاج السنوي أصبح متقلباً في السنوات الخمس الأخيرة (2012-2016) بسبب التغيرات

المناخية (FAO,2018). ويزرع الحمص في سورية بعلماً في منطقتي الاستقرار الأولى والثانية، وتشكل المساحة المزروعة بالحمص الشتوي حوالي 35% من مجموع المساحة الكلية في سورية (إيكاردا، 2002). تتأتى أهمية الحمص كونه محصول غذائي مهم للإنسان والحيوان، كذلك له دوراً مهماً في المحافظة على خصوبة التربة، خاصة في المناطق الجافة والتي تعتمد على الزراعة المطرية (Katerji *et al.*, 2001).

تعد إتاحة الماء أحد أهم العوامل الأساسية المحددة للإنتاج الزراعي في المناطق الجافة ونصف الجافة، وانطلاقاً من أهمية الماء ودوره الحيوي على المستوى الخلوي، فإن أي تراجع في إتاحة الماء سيؤثر بشكل مباشر في نمو النبات والعديد من العمليات الحيوية، ابتداءً من عملية التمثيل الضوئي Photosynthesis وانتهاءً بعملية نقل الذائبات أو نواتج التمثيل الضوئي Photo-assimilates translocation (العودة وخيتي، 2008). وتسبب بعض العوامل اللاإحيائية مثل الجفاف والملوحة والصقيع والحرارة المرتفعة في فقدان جزء كبير من الإنتاج الاقتصادي على مستوى العالم (بهي الدين وآخرون، 2007)، ويأتي الجفاف كأحد أهم الإجهادات البيئية، ويشكل حوالي 26% من مجموع الإجهادات التي تؤثر في النبات (Tas and Tas, 2007)، وبالتالي يعدّ أحد أهم العوامل المؤثرة في نمو النباتات وتطورها (Rampino *et al.*, 2006). يعرف الجفاف Drought بأنه فترة من ندرة المياه تواجه المحصول خلال مراحل نموه وتؤدي إلى الحد من إنتاجية النبات في الطبيعة أو في النظام الزراعي، أو هي الفترة التي يتراجع فيها محتوى التربة المائي (ψW) Water potential في منطقة انتشار الجذور Rhizosphere إلى الحد الذي تعاني فيه النباتات من نقص الماء، اللازم لنموها وتطورها مما يقلل من فرق التدرج في الجهد المائي Water potential gradient بين التربة وخلايا المجموعة الجذرية، فتتراجع كمية الماء الممتصة، وبالتالي يكون معدل فقد الماء بعملية النتح Transpiration أكبر من معدل امتصاصه من قبل الجذور النباتية، فيحصل اختلال في توازن محتوى الماء في النبات، وتدني في وتيرة عملية انقسام واستطالة الخلايا النباتية، ثم تراجع نمو واستطالة الأوراق (Retta *et al.*, 1996). وعادة ما تترافق ظروف الجفاف مع العديد من الإجهادات البيئية الأخرى مثل الإجهاد الحراري والضوئي وإجهاد التغذية (Nayer and Heidari, 2008).

يؤثر الجفاف في الحمص في كل مراحل نموه، فهو يسبب تراجع نسبة الإنبات وسرعته (Delachiave and de Pinho, 2003) ومعدل نمو البادرة (Teixeria and Pereira, 2007). وتعد مرحلة استرس البادرات في التربة أكثر مراحل النمو أهمية في حياة النبات، ويعد الجفاف في هذه المرحلة السبب الرئيسي لموت البادرات (Soltani *et al.*, 2006). أما الإجهاد المائي خلال مرحلة النمو الخضري أو مرحلة تشكل القرون فيعد من العوامل المحددة لزراعة هذا المحصول (Gunes *et al.*, 2006). ويمكن تقدير تأثير الجفاف من المؤشرات النوعية والكمية متضمنة إنبات البذور (Urbiet,2008)، وظهور البادرات (Daws *et al.*, 2008)، والمؤشرات الفيزيولوجية (Rahbarian *et al.*, 2011) والمؤشرات البيوكيميائية (Mafakheri *et al.*, 2010)، والتعديل الحلولي (Turner *et al.*, 2007)، وجذور الأوكسجين الضارة ومستويات مضادات الأكسدة (Baby and Jini, 2011)، وامتصاص المغذيات وتشكل العقد (Gunes *et al.*, 2006)، والغلة ومكوناتها (Sabaghpour *et al.*, 2006). وتتعلق آلية تحمل الإجهاد المائي ببعض الخصائص المورفولوجية والتطورية مثل: امتداد وتشعب الجذور، وقدرتها على اختراق الطبقات المترابطة للتربة، وحصولها على رطوبة الطبقات الأعمق في التربة (Pathan *et al.*, 2004).

تعتمد دراسة تأثير الجفاف في النبات على تعريض النبات إلى بيئات ذات رطوبة منخفضة نسبياً أو بتعريض بذور أو جذور النبات إلى بيئة ذات جهد مائي منخفض، ويتم ذلك إما من خلال التحكم في كمية ماء الري، أو في عدد مرات الري، أو باستخدام بعض المركبات العضوية لتخفيض جهد ماء التربة، ومن هذه المركبات المانيتول Mannitol أو بولي إيثيلين غليكول PEG (Polyethylen glycol) التي تعتمد على مبدأ مسك جزيئات الماء في الوسط، ما يؤدي إلى حدوث فرق في الجهد الحلولي ما بين الوسط الداخلي والخارجي وهذا يتوقف على تركيز المحلول (Skribanek and Tomcsányi, 2008). وبالتالي يمكن أن يسبب ذلك عدم إتاحة الماء الضروري لنمو واستطالة الأنسجة الخلوية النباتية. مما يعيق ويحد من نمو النبات من خلال خفض الجهد المائي للوسط الخارجي بشكل مشابه لجفاف التربة في الحقل، وبذلك فإن النبات لن يكون قادراً على استمرار عملية امتصاص الماء (Bressan *et al.*, 1981). وقد أشارت طوشان (1990) إلى الآلية الفيزيولوجية التي تفسر ذلك على المستوى الاستقلابي الخلوي، وهو بأن المانيتول يدخل عبر غلاف البذرة فيقلل من فرق تدرج الجهد الحلولي بين الخلايا والوسط المحيط، أما مركب PEG ذو الوزن الجزيئي العالي (6000) لا يمكنه دخول ثقب الخلايا النباتية (Oertli, 1985)، ويعد أفضل من المواد الأخرى المستخدمة كالمانيتول كونه لا يدخل إلى الخلايا ولا يسبب آثاراً سمية لها (Verslues *et al.*, 1999)، إضافة إلى كونها مركبات غير متشردة، لا تدخل عبر غلاف البذرة، وتبقي الجهد الحلولي للوسط ثابت طيلة فترة التجربة (Valifard *et al.*, 2012).

تختلف نماذج الإنبات عند الجهود الحلولية نفسها بين بذور الأنواع النباتية المختلفة، كما تختلف بين الأصناف التابعة للنوع نفسه (Nayer and Heidari, 2008). ففي القمح وجد Rao *et al.*, (2002) أن الجهد الحلولي المنخفض المتسبب عن استخدام بولي إيثيلين غليكول يؤخر الإنبات بشكل واضح، وتسبب التراكيز العالية منه تراجعاً في نسبة الإنبات النهائي، كذلك وجد Pereyra *et al.*, (2006) أن تعريض بادرات القمح بنسبة 20% من مركب PEG₆₀₀₀ أدت إلى تراجع ملحوظ في طول السويقة، ووزنها الرطب والجاف، وفي محصول القطن وجد Kouakou *et al.*, (2008) أن معدلات الإنبات تراوحت ما بين (92.57%) لنباتات الشاهد مقارنة مع (15.33%) عند تركيز (PEG (g/l 50)، وقد تباينت هذه النسبة حسب الصنف المدروس مما يشير إلى إمكانية استخدام هذه الطريقة في غربلة الطرز المتحملة عن مثيلاتها الحساسة. أما في الشوندر السكري فقد وجد عباس وآخرون (2010) تراجع نسبة الإنبات وسرعته مع انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، ووجد أن الجهد -1 MPa كان بمثابة مستوى مثبط لعشرين طراز مختبر، في حين توقف إنبات بعض الطرز عند الجهد -0.8 MPa ، وحافظت الطرز على قدرة عالية على استعادة النمو بعد زوال ظروف الإجهاد وذلك بسبب عدم تأثر حيوية البذور لديها. وفي الحمص وجد Sleimi *et al.*, (2013) تبايناً بين أصناف وطرز الحمص في استجابتها للإجهاد الحلولي المحدث بتركيز 10 غ/لتر من البولي إيثيلين غليكول 4000 حيث تراجعت نسبة الإنبات في الصنف Kasseb إلى 51%. كما أدى الجفاف المحدث بواسطة PEG -6000 (2% و 4%) إلى تخفيض نسبة الإنبات، وطول البادرات، والأوزان الرطبة والجافة لبادرات عشرين صنفاً من الحمص، بشكلٍ معنوي مقارنةً مع الشاهد، كما أن تركيز -0.4 MPa من محلول PEG كان عاملاً مساعداً للتمييز بين أصناف الحمص الحساسة والمقاوم (Randhawa and Kaur, 2014)، في حين وجد Yucel *et al.*, (2010) أن النسبة المئوية للإنبات لتسعة أصناف من الحمص قد تأثرت بالإجهاد الحلولي وبتزايد تركيز PEG من 0 حتى -0.8 MPa أدى إلى تناقص معنوي لنسبة الإنبات الذي توقف بالكامل عند -0.8 MPa .

أظهرت نتائج الدراسة المخبرية التي قام بها Hellal *et al.*, (2018) على عشرة أصناف من الشعير المصري أن زيادة نسبة البولي إيثيلين غليكول في وسط النمو يؤدي إلى تراجع نسبة الإنبات وسرعته، وطول الجذيرات والسويقات والوزن الجاف لها بشكل مضطرب. بناءً على ما سبق يهدف هذا البحث إلى تحديد تأثير الإجهاد الحلولي المتزامن خلال مرحلة الإنبات لخمس أصناف من الحمص، وتقييم التباين في استجابة تلك الأصناف نتيجة وجود تراكيز متزايدة من مركب بولي إيثيلين غليكول في وسط الإنبات.

مواد البحث وطرقه:

نفذت هذه الدراسة في مخابر كلية الهندسة الكيميائية والبتروولية في جامعة البعث، خلال العام 2017، بهدف تقييم أداء خمسة أصناف من الحمص (غاب 3 وغاب 4 وغاب 5 والبلدي والفرنسي)، تم الحصول عليها من المؤسسة العامة لإكثار البذار (فرع حمص)، تم تعقيم البذار سطحياً باستخدام محلول كلوريد الزئبق $HgCl_2$ بتركيز 0.1 % لمدة دقيقة واحدة، ثم غسلت البذور بعد ذلك بالماء المقطر عدة مرات، ثم زرعت في أطباق بتري بين طبقتين من أوراق الترشيح Whatman paper، بمعدل 25 بذرة في الطبق، وبثلاثة مكررات. ثم رطبت أوراق الترشيح بمحاليل محضرة من بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) لإحداث عدة جهود حلولية Osmotic potential في وسط النمو (-3، -6)، بالإضافة إلى أطباق احتوت على ماء مقطر فقط، اعتبرت كشاهد طيلة فترة التجربة، غطيت أطباق بتري، منعاً لفقد الماء بالتبخّر، ووضعت في الحاضنة في الظلام على درجة حرارة 20 م (ISTA, 1985).

اعتبرت البذرة نابتة عند اختراق الجذير لغلاف البذرة بمقدار 2 ملم (Mokhberdorani *et al.*, 2009). وأخذت القراءات التالية:

1. النسبة المئوية للإنبات: بتعداد البذور النابتة إنباتاً طبيعياً بعد 4، 8 يوماً (ISTA, 1985).

2. سرعة الإنبات: تم تحديدها باستخدام مؤشر النشاط Vigor index (Pezzani and Montana, 2006).

$$VI = \sum(NX / DX)$$

NX: عدد البذور المنبئة حتى اليوم X، DX: عدد الأيام من بداية اختبار الإنبات وحتى اليوم X.

3. نسبة الإنبات المسترد من الإجهاد: بغسل البذور غير المنبئة في جميع المستويات الحلولية المدروسة بعد انتهاء مدة الاختبار باليوم، ثم نقلت للإنبات في أطباق احتوت على ماء مقطر فقط وأعيدت إلى الحاضنة. وبعدها تم عد البذور المنبئة وذلك لحساب النسبة المئوية للإنبات المسترد (ديب، 2002).

4. طول الجذير والسويقة الجنينية (ملم): في نهاية فترة الاختبار تم قياس طول كل من الجذير والسويقة الجنينية بمسطرة مدرجة، ثم حسبت نسبة الانخفاض في الطول مقارنةً بالشاهد كنسبة مئوية.

تم تقييم تحمل الأصناف للإجهاد الحلولي باستعمال التحليل الإحصائي Z-distribution الذي يوزع الطرز إلى حساسة ومتحملة ومتوسطة التحمل للإجهاد

صممت التجربة المخبرية وفق التصميم العشوائي الكامل CRD، وبثلاثة مكررات. وتم تحليل التباين لجميع الصفات المدروسة وحساب قيمة أقل فرق معنوي عند مستوى احتمالية 0.01.

النتائج والمناقشة:

1. تأثير الجهد الحلوي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات (%):

تأثرت نسبة الإنبات ليزار الحمص سلباً مع انخفاض الجهد الحلوي لوسط النمو، حيث تناقصت بشكل معنوي مع زيادة تركيز (PEG₆₀₀₀) في وسط النمو حيث بلغت بالمتوسط لجميع الأصناف بعد أربعة أيام 74.33%، وتراجعت عند الجهود الحلوية (-3، -6) بار على التوالي بالقيم (31.40، 17.07) %، وبعد 8 أيام بلغت نسبة الإنبات في الشاهد 100%، تراجعت إلى (93.67، 70.73) % عند الجهدين (-3، -6) بار على التوالي، وبفروق معنوية واضحة عند مستوى المعنوية (0.01)، (الجدول 1).

تباينت استجابة أصناف الحمص المختبرة للجهد الحلوي فقد تفوق الصنف غاب 5 في نسبة إنباته في متوسط جميع مستويات الجهد الحلوي لوسط النمو بفروق معنوية على بقية الأصناف (96.11 %)، و بالمقابل تدنت نسبة الإنبات عند بقية الأصناف غاب 4 (89.22 %)، غاب 3 (87.22 %) دون وجود فروق معنوية بينهما، ثم حل الصنف البلدي رابعاً بنسبة (85.78 %)، في حين حقق الصنف الفرنسي أقل نسبة إنبات (82.33 %) بفارق معنوي عن باقي الأصناف جميعها (الجدول 1).

الجدول 1. تأثير الجهد الحلوي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات % لبذور أصناف الحمص بعد 4 و 8 أيام.

الجهد الحلوي بار (B)								الصنف (A)
نسبة الإنبات (%) بعد 8 أيام				نسبة الإنبات (%) بعد 4 أيام				
المتوسط	-6	-3	0	المتوسط	-6	-3	0	
87.22	68.67	93.00	100.00	41.78	20.00	32.33	73.00	غاب 3
89.22	72.00	95.67	100.00	45.89	20.67	36.00	81.00	غاب 4
96.11	88.33	100.00	100.00	51.67	24.33	40.67	90.00	غاب 5
82.33	57.67	89.33	100.00	29.78	8.33	20.00	61.00	الفرنسي
85.78	67.00	90.33	100.00	35.56	12.00	28.00	66.67	البلدي
-	70.73	93.67	100.00	-	17.07	31.40	74.33	المتوسط
A=3.518, B=3.146, A*B=7.035				A=2.543, B=2.977, A*B=5.982				LSD0.01

تتوافق النتائج التي توصلنا إليها مع العديد من الدراسات (Nayer and Heidari, 2008 ; Macar *et al.*, 2009)، حيث أن الإجهاد الحلوي يؤدي إلى قلة كمية المياه الممتصة من قبل البذور، وإطالة الزمن اللازم لاكمال مرحلة التشرب وبدء مرحلة الإنبات الفيزيولوجي، كما يتراجع فرق التدرج في الجهد المائي بين البذور ووسط الامتصاص فيتراجع معدل امتصاص الماء من قبل البذور، ويؤثر تراجع كمية المياه الممتصة سلباً في نشاط الأنزيمات المحللة للمدخرات الغذائية المعقدة والمخزنة في أندوسبيرم وبيرسبرم البذور، وتحويلها إلى مواد بسيطة يستفيد منها المحور الجنيني النامي (Guerrier, 1988; Dahal *et al.*, 1996)، بالإضافة إلى أهمية الماء في نقل نواتج التحلل من الأنسجة الخازنة إلى المحور الجنيني، مما يؤدي إلى تراجع معدل انقسام واستطالة وتمايز خلايا المحور الجنيني إلى جذير وسويقة جنينية، مما يمنع من اكمال عملية الإنبات، كما أن انخفاض جهد الماء يؤثر سلباً على العمليات الاستقلابية من خلال زيادة تراكم المركبات الفينولية، مما يؤدي إلى انخفاض نسبة الإنبات (Rehman *et al.*, 1997)، والدور السلبي الذي يلعبه وجود مادة البولي إيثيلين غليكول والتي تؤدي إلى تخفيض الجهد الحلوي للوسط وبالتالي قلة الماء المتاح للبذور لكي تنتش بصورة طبيعية (Blum, 2009; Imanparast and Hassanpanah, 2008)، وكذلك تأمين الوسط المائي اللازم لانتقال مخزونات البذرة إلى الجنين (Misra *et al.*, 2002).

2. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في سرعة الإنبات:

أثر الجهد الحلولي المنخفض لوسط الإنبات بصورة سلبية في سرعة إنبات بذار الحمص، حيث تناقصت سرعة الإنبات بالقيم (6.70، 4.98، 2.22) بشكلٍ معنويٍّ مع زيادة مستوى الجهد الحلولي (0، -3، -6) بار.

كانت الفروق بين الأصناف معنوية، حيث حقق الصنف غاب5 أعلى متوسط سرعة إنبات (5.90) تلاه غاب3 (4.99) وغاب4 (4.71)، ثم البلدي (4.06)، تلاه الصنف الفرنسي الذي حقق أقل متوسط سرعة إنبات (3.18) بفروق معنوية عن بقية الأصناف ماعدا البلدي. عند المقارنة مع الشاهد (مستوى الجهد الحلولي 0) نجد أن الفروق بين الأصناف كانت ظاهرية عند مستوى المعنوية 1% حيث كانت الفروق بين القيمة الأعلى (7.95) للصنف غاب 5 والقيمة الأدنى (5.92) للصنف الفرنسي ظاهرية، أصبحت معنوية في الجهود المنخفضة (-3، -6) بار، (الجدول 2).

الجدول 2. تأثير الجهد الحلولي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول في سرعة الإنبات.

المتوسط	الجهد الحلولي بار (B)			الصنف (A)
	-6	-3	0	
4.99	3.02	5.19	6.77	غاب 3
4.71	2.48	4.84	6.82	غاب 4
5.90	3.67	6.07	7.95	غاب 5
3.18	0.15	3.47	5.92	الفرنسي
4.06	1.78	4.35	6.05	البلدي
	2.22	4.98	6.70	المتوسط
A=1.103, B=0.987, A*B=2.207				LSD0.01

تعد سرعة الإنبات من المؤشرات التي تستخدم لتقييم تحمل الإجهاد، فالطرز التي تتميز بسرعة إنبات أعلى تتميز بقوة البادرة ويزداد احتمال نموها بشكل أفضل، وتكون سرعة الإنبات في الطرز المتحملة للإجهاد الحلولي أعلى من سرعة الإنبات عند الطرز الحساسة (Misra et al., 2002; Farzaneh et al., 2008). وعموماً نستنتج أن الأصناف التي تحملت الجهود الحلولية المنخفضة وكانت نسبة إنباتها أعلى فإنه بالضرورة تكون سرعة إنباتها أعلى، وهذا يشير إلى قوة الصنف ونشاطه حتى تحت تأثير مستوى إجهاد عالي بالمقارنة مع بقية الأصناف المختبرة، وتتوافق هذه النتائج مع نتائج (Farsiani and Ghobadi, 2009) في الذرة الصفراء، حيث وجد انخفاض سرعة الإنبات عند انخفاض الجهد الحلولي لوسط النمو، ويعود ذلك إلى تأخير إنتاج البذور نتيجة تباطؤ حركة المياه إلى البذور بسبب انخفاض الجهد الحلولي للوسط (Jamil et al., 2006).

3. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات المسترد:

تبين نتائج التحليل الاحصائي الى عدم وجود فروق معنوية بين مستويات الجهد الحلولي لوسط النمو، حيث انخفضت نسبة الإنبات المسترد من الإجهاد (استعادة النمو) بشكل ظاهري مع تراجع مستوى الجهد، حيث سجلت أعلى قيمة عند الجهد الحلولي (-3 بار) حيث كانت نسبة الإنبات المسترد من الإجهاد بالمتوسط لجميع الأصناف ماعدا غاب 5 (82.00%)، وتراجعت إلى (81.43%) عند الجهد الحلولي (-6 بار)، أما بالنسبة للأصناف، حقق الصنف غاب5 أعلى قيمة بنسبة إنبات مسترد (94.33%) متفوقاً بفروق معنوية على الأصناف البقية والتي كانت الفروق بينها ظاهرية (الجدول 3).

الجدول 3. تأثير الجهد الحلولي المحدث بالبولي إيثيلين غليكول في نسبة الإنبات المسترد من الإجهاد (%)

الجهد الحلولي بار (B)			الصف (A)
المتوسط	-6	-3	
81.42	79.50	83.33	غاب 3
87.04	85.19	88.89	غاب 4
94.33	94.33	-----	غاب 5
73.37	71.74	75.00	الفرنسي
78.62	76.67	80.56	البلدي
-	81.43	82.00	المتوسط
A=9.22, B=6.12, A*B=17.54			LSD0.01

تبين لنا من خلال دراسة استجابة الأصناف وفقاً للصفات السابقة عدم وجود اختلافات كبيرة بين الأصناف في قدرتها على استعادة النمو (معدا الصف 5)، إلا أننا لاحظنا أن الأصناف التي كانت نسبة إنباتها جيدة تحت مستويات الإجهاد المختلفة أعطت أعلى نسبة إنبات مسترد، وبالتالي قدرة عالية على استعادة نموها. تعد صفة القدرة على استعادة النمو من الصفات البيولوجية المرتبطة بتحمل الإجهاد، والمحافظة على الإنتاجية عند انقضاء العامل البيئي المحدد للنمو. وتنعكس هذه الصفة كفاءة الطراز الوراثي في المحافظة على حياة الخلايا النباتية خلال فترة الإجهاد (اللحم وآخرون، 2006). تتفق النتائج التي توصلنا لها مع العديد من نتائج الدراسات السابقة، فقد وجد (Kaya et al., 2006) أن PEG ليس له أي آثار سمية على البذور، وعند إنهاء مرحلة الإجهاد استعادت جميع البذور قدرتها على الإنبات، لذلك يسمى الإجهاد الذي تحدثه هذه المادة بالإجهاد الفيزيولوجي، حيث تمنع من دخول جزيئات الماء إلى البذور، وقد توصل (Ahmad et al., 2009) إلى نتائج مماثلة على محصول زهرة الشمس، كما توصل (Kalefetoglumacar et al., 2009) إلى النتيجة نفسها على محصول الحمص.

4. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول في طول الجذير والسويقة الجنينية (ملم):

تراجع طول الجذير لبادرات الحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول الجذير بالمتوسط لجميع الأصناف عند الشاهد 62.6 ملم، ثم انخفضت إلى 53.8 ملم عند الجهد الحلولي -3 بار، وبلغت نسبة الانخفاض مقارنةً بالشاهد 14.55%، واستمر التناقص إلى 34.9 ملم عند الجهد الحلولي -6 بار بنسبة انخفاض 45.29%. كما أظهرت الأصناف المدروسة فروقاً معنوية فيما بينها في مؤشر طول الجذير حيث تفوق الصف 5 غاب في طول الجذير بقيمة (64.0) ملم محققاً أقل نسبة انخفاض مقارنةً بالشاهد (20.27%) معنوياً على بقية الأصناف غاب 4، غاب 3، البلدي، الفرنسي (54.9، 48.8، 43.2، 41.3 ملم) على التوالي. بلغت نسبة الانخفاض في هذه الطرز على التوالي مقارنةً بالشاهد (23.93، 28.64، 36.89، 39.88) % (الجدول 4).

الجدول 4. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام PEG لوسط النمو في طول الجذير (ملم) في أصناف الحمص المدروسة

المنوع (A)	طول الجذير (ملم)						نسبة الانخفاض مقارنة بالشاهد (%)	
	الجهد الحلولي بار (B)			الجهد الحلولي بار (B)				
	0	-3	-6	المتوسط	-3	-6		
غاب3	60.3	52.3	33.7	48.8	13.23	44.05	28.64	
غاب4	65.3	58.0	41.3	54.9	11.19	36.67	23.93	
غاب5	74.0	67.7	50.3	64.0	8.55	31.99	20.27	
فرنسي	56.3	44.3	23.3	41.3	21.20	58.56	39.88	
بلدي	57.3	46.7	25.7	43.2	18.58	55.21	36.89	
متوسط B	62.6	53.8	34.9	-	14.55	45.29	-	
LSD 0.01	A=3.93, B=5.05, A*B=9.76						A=2.23, B=5.23, A*B=9.11	

كذلك الأمر تراجع طول السويقة لبادرات الحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو حيث بلغ طول السويقة بالمتوسط لجميع الأصناف عند الشاهد 38.7 ملم، ثم انخفضت إلى 21.4 ملم عند الجهد الحلولي -3 بار، وبلغت نسبة الانخفاض مقارنة بالشاهد 45.87% واستمر التناقص إلى 7.9 ملم عند الجهد الحلولي -6 بار بنسبة انخفاض وصلت إلى 80.98%. كما أظهرت الأصناف المدروسة فروقاً معنوية واضحة فيما بينها في مؤشر طول السويقة حيث تفوق الصنف غاب5 في طول السويقة بقيمة (34.5 ملم والذي حقق أقل نسبة للانخفاض مقارنة بالشاهد بلغت 54.41%) معنوياً على بقية الأصناف غاب4، غاب3، البلدي، الفرنسي (27.8)، 20.2، 15.6، 15.2 ملم) على التوالي. بلغت نسبة الانخفاض في هذه الأصناف على التوالي مقارنة بالشاهد (58.69، 67.03، 69.49، 67.52) % (الجدول 5).

الجدول 5. تأثير الجهد الحلولي المحدث باستخدام PEG لوسط النمو في طول السويقة (ملم) في أصناف الحمص المدروسة

المنوع (A)	طول السويقة (ملم)						نسبة الانخفاض مقارنة بالشاهد (%)	
	الجهد الحلولي بار (B)			الجهد الحلولي بار (B)				
	0	-3	-6	المتوسط	-3	-6		
غاب3	36.7	18.3	5.7	20.2	49.71	84.34	67.03	
غاب4	45.7	27.7	10.0	27.8	39.20	78.17	58.69	
غاب5	54.3	33.3	16.0	34.5	38.38	70.44	54.41	
فرنسي	27.7	14.7	3.3	15.2	47.04	87.99	67.52	
بلدي	29.0	13.0	4.7	15.6	55.03	83.94	69.49	
متوسط B	38.7	21.4	7.9	-	45.87	80.98	-	
LSD 0.01	A=2.21, B=4.76, A*B=7.54						A=4.23, B=5.645, A*B=10.13	

نستنتج من نتائج الجدولين 4 و5 تراجع طول البادرة لأصناف الحمص مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو، وكان معدل التراجع في طول السويقة أعلى من معدل التراجع في طول الجذير. إن عملية تطاول الجذير والسويقة بعد إنبات البذور تنتج بالأساس عن الانقسام الخلوي واستطالة الخلايا، ويفسر التناقص في تطاولها بسبب تأثير الخلايا الميرستيمية للجذير والسويقة بتراجع ضغط الامتلاء تحت ظروف الإجهاد، ما يؤثر سلباً في عملية الانقسام الخلوي وتوقفها عند مستويات معينة (Hellal *et al.*, 2018).

تتفق هذه النتائج مع العديد من الدراسات السابقة وفي محاصيل مختلفة مثل الحمص (Kalefetoglu *et al.*, 2009)، والفول (Okcu *et al.*, 2005)، والقمح (Tian and Lei, 2006) والخيار (عبيد وحداد، 2011). في جميع الدراسات السابقة تراجع نمو البادرة مع

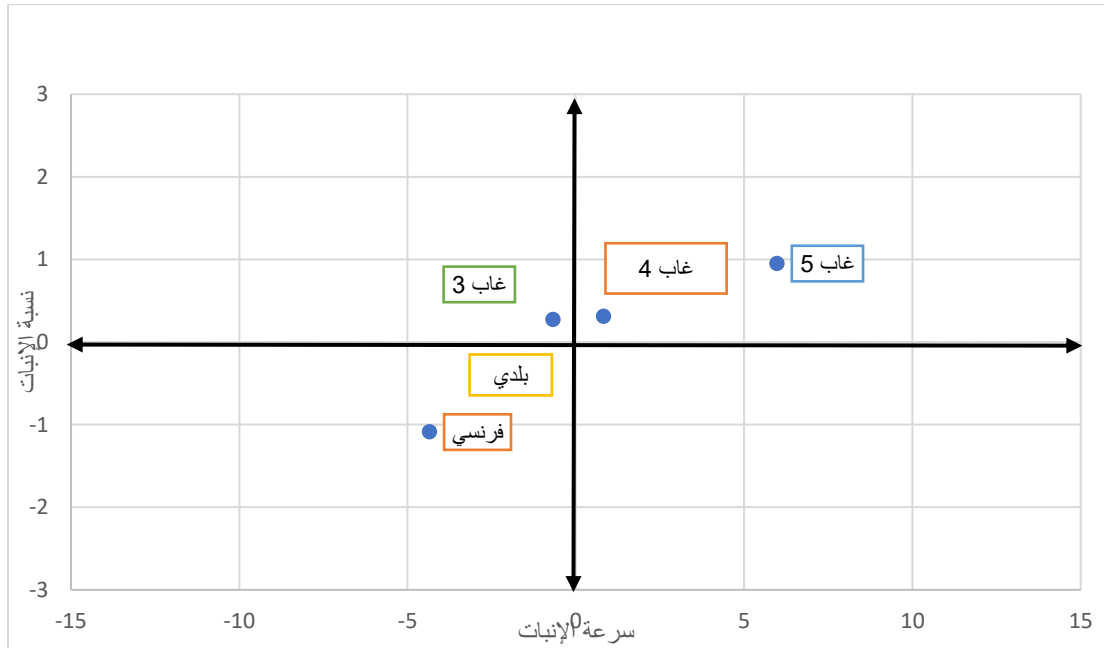
تراجع الجهد الحلولي لوسط النمو. كذلك لوحظ أن زيادة مستويات الإجهاد المائي تسبب تأخير بزوغ بادرات الذرة كنتيجة لتناقص انقسام الخلايا والعمليات الاستقلابية داخل النبات (Partheeban *et al.*, 2017).

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي للنتائج التي تم التوصل إليها تراجع نسبة الإنبات وسرعته وكذلك تراجع طول البادرة مع تناقص الجهد الحلولي لوسط النمو، فيما أبدت الأصناف قدرة عالية على استعادة نموها بعد زوال ظروف الإجهاد، وبناءً على ذلك صنفت الأصناف تبعاً لتحملها للإجهاد الحلولي في مرحلة الإنبات إلى:

- الأصناف المحتملة: وهي الأصناف التي أظهرت أعلى نسبة وسرعة إنبات بمعدلات (96.11، 89.22%)، (5.90- 4.71) على التوالي، وهي: غاب5 - غاب4.

- الأصناف الحساسة: وهي الأصناف التي أظهرت أقل نسبة و سرعة إنبات بمعدلات (85.78-82.33%)، (4.06، 3.18) على التوالي، وهي: البلدي - الفرنسي.

- أعطى الصنف غاب 3 قيمةً متوسطة بين المجموعتين السابقتين وبالتالي اعتبر صنفاً متوسط التحمل. ويبين الشكل (1) توزيع الأصناف حسب تحملها بناءً على مؤشري نسبة الإنبات وسرعته.



الشكل 1. توزيع طرز الحمص إلى متحملة، وحساسة للإجهاد الحلولي حسب نتائج التحليل الإحصائي Z-distribution

الاستنتاجات والتوصيات:

1. سبب تراجع الجهد الحلولي لوسط الإنبات إلى تراجع كلاً من نسبة إنبات طرز الحمص المدروسة، وسرعته، مع زيادة تركيز مركب البولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀).

2. تباينت استجابة الأصناف المختبرة تبعاً لتحملها للإجهاد الحلولي خلال مرحلة الإنبات إلى:

- الأصناف المحتملة للجفاف: وهي الأصناف التي أظهرت أعلى نسبة وسرعة إنبات بمعدلات (96.11، 89.22%)، (5.90- 4.71) على التوالي، وهي: غاب5، وغاب4.

- الأصناف الحساسة للجفاف: وهي الأصناف التي أظهرت أقل نسبة وسرعة إنبات بمعدلات (82.33-85.78%)-(4.06، 3.18) على التوالي، وهي: البلدي، والفرنسي.

- أعطى الصنف غاب 3 قيمةً متوسطة بين المجموعتين السابقتين وبالتالي اعتبر صنفاً متوسط التحمل.

بناءً على ما سبق لا بد من إجراء المزيد من الدراسات لمعرفة استجابة هذه الأصناف للإجهاد المائي تحت الظروف الحقلية، عند مراحل أخرى من النمو الخضري وحتى مرحلة النبات الكامل، لتأكيد النتائج التي تم التوصل إليها، بحيث تلائم ما يتعرض له المحصول عند زراعته في القطر العربي السوري.

المراجع:

إيكاردا (2002). التقرير السنوي الصادر عن المركز الدولي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة.

بهي الدين، أحمد وهالة عيسى وأحمد رمضان وعلي عبد السلام (2007). تطبيقات الهندسة الوراثية لمواجهة الظروف البيئية غير الملائمة للإنتاج الزراعي. مجلة الاستثمار الزراعي. (5):50-58.

ديب، طارق علي (2002). تأثير الإجهاد الجفافي المصطنع بواسطة المانيتول في إنبات خمسة أصناف من القمح القاسي. مجلة باسل الأسد للعلوم الزراعية. (15):111-129.

طوشان، حياة (1990). فيزيولوجيا المحاصيل الحقلية. الجزء النظري، منشورات جامعة حلب، كلية الزراعة. 365 ص.

عباس، فادي وأحمد مهنا وغسان اللحام وانتصار الجبوي (2010). تأثير الإجهاد الجفافي المحدث باستخدام بولي إيثيلين غليكول (PEG₆₀₀₀) في إنبات الشوندر السكري (*Beta vulgaris* L.). مجلة جامعة البعث للعلوم الهندسية. 32 (17): 39-54.

عبيد، حسان وسهيل حداد (2011). تقييم استجابة إنبات بذور أصناف مختلفة من الخيار (*Cucumis Sativa*) لإجهاد الجفاف. مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية. (1):97-114.

العودة، أيمن الشحادة ومأمون خيتي (2008). فسيولوجيا المحاصيل الحقلية (الجزء النظري). منشورات جامعة دمشق، كلية الزراعة. 93-101-125 ص.

اللحام، غسان ومحمود صبوح وأيمن العودة (2006). تقويم استجابة صنفين من الذرة البيضاء (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) لتحمل الإجهاد الملحي ضمن ظروف الزراعة المائية. مجلة جامعة حلب للعلوم الزراعية. العدد (60).

Ahmad, A.; R. Ahmad; M.Y. Ashraf; M. Ashraf; and E.A. Waraich (2009). Sunflower (*Helianthus annus* L.) response to drought stress at germination and seedling growth stages. Pak. J. Bot., 41(2): 647-654.

Baby, J.; and D. Jini (2011). Development of salt stress-tolerant plants by gene manipulation of antioxidant enzymes. Asian J. Agric. Res., 5:17—27.

Blum, A. (2008). Use of PEG to induce and control plant water deficit in experimental hydroponics culture. <http://www.plantstress.com/methods/PEG.htm>

Bressan, R.A.; P.M. Hasegawa; and A.K. Handa (1981). Resistance of cultured higher plant cells to polyethylene glycol-induced water stress, Plant Sci. Lett., 21 (1981) 23-30.

- Dahal, P.; N.S. Kim; and K.J. Bradford (1996). Respiration and germination rates of tomato seeds at suboptimal temperatures and reduced water potential. *J. Expt. Bot.*, 47(7):941-947.
- Daws, M.I.; L.M. Crabtree; J.W. Dalling; C.E. Mullins; and D.F.R.P. Burslem (2008). Germination responses to water potential in neotropical pioneers suggest large seeded species take more risks. *Ann. Bot.*, 102: 945-951.
- Delachiave, M.E.A.; and S.Z. de Pinho (2003). Germination of *Senna occidentalis* link: Seed at different osmotic potential levels, *Braz. Arch. Biol. Techn.*, 46: 163-166.
- FAO (2018). Available online: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (accessed on 17 April 2018).
- Farsiani, A.; and M.E. Ghobadi (2009). Effects of PEG and NaCl stress on two cultivars of corn (*Zea mays* L.) at germination and early seedling stages. *World Academy of Science. Engineering and Technology*. 57: 382-385.
- Farzaneh, S.; R.S. Sarifi and F.A. Gjadri (2008). *In vitro* study of the effect of drought stress on germination and seedling growth of sugar beet cultivars. *Agric. Sci.*, 18: 81-93.
- Guerrier, G. (1988). Comparative phosphate activity in four species during germination in NaCl media. *J. Plant Nutr.*, 11:535-547.
- Gunes, A.; N. Cicek; A. Dnal; M. Alpaslan; F. Eraslan; E. Guneri; and T. Guzelordu (2006). Genotypic response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars to drought stress implemented at pre- and post anthesis stages and its relations with nutrient uptake and efficiency. *Plant Soil Environ.*, 52 (8): 368- 376.
- Hellal, F.A.; H.M. El-Shabrawi; H.M. Abd El-Hady; I.A. Khatab; S.A.A. El-Sayed; and C. Abdelly (2018). Influence of PEG induced drought stress on molecular and biochemical constituents and seedling growth of Egyptian barley cultivars. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 16: 203-212.
- Imanparast, L.; and D. Hassanpanah (2009). Response of on orchis genotypes to PEG 10000 induced osmotic stress. *Biotechnology*. 8: 365-369.
- ISTA. (1985). International Seed Testing Association. Hand book. Canada.
- Jamil, M.; D.B. Lee; K.Y. Jung.; and A. Muhammad (2006). Effect of salt (NaCl) stress on germination and early seedling growth of four vegetables species. *Journal of Central European Agriculture*. 7(2): 273-282.
- Kalefetoglu, M.T.; T. Ozlem; and E. Yasemin (2009). Effects of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars and lines at early seedling stages. *Gujs U. Journal of Science*. 22(1): 5-14.
- Katerji, N.; J.W. Van Hoorn; A. Hamdy; A. Mastrorilli; T. Oweis; and R.S. Malhotra (2001). Response to soil salinity of two chickpea varieties differing in drought tolerance, *Agr. Water Manage.*, 50: 83-96.
- Kaya, M.D.; G. Okcu; M. Atak; Y. Cıkılı; and O. Kolsarıcı (2006). Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Eur. J. Agron.*, 24: 291-295.
- Kouakou, T.H.; M. Kone; D. Kone; Y.J. Kouadio; and M. Zouzou (2008). Reponse physiologique au stade juvénile du génotype R-405-2000 de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) au déficit hydrique induit par le polyéthylène glycol. *Sciences et Nature*. 5:81-87.
- Lev-Yadun, S.; A. Gopher; S. Abbo (2000). The cradle of agriculture. *Science*. 288: 1602-1603.

- Macar, T. K., Turan, O and Y. Ekmekci. (2009). Effect of water deficit induced by PEG and NaCl on chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivar and lines at early seedling stage. G. U. J. Sci., 22(1): 5-14.
- Mafakheri, A.; A. Siosemardeh; B. Bahramnejad; P.C. Struik; and Y. Sohrabi (2010). Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Aus. J. Crop Sci., 4: 580-585.
- Misra, A.N.; A.K. Biswal; and M. Misra (2002). Physiological, biochemical and molecular aspects of water stress responses in plants and their biotechnological applications. Proc. Nat. Acad. Sci., India. 72 (BII): 115-134.
- Mokhberdorani, S.M.; K. Nabavi; and R.S. Haghighi (2009). Effect of temperature, iso-osmotic concentrations of NaCl and PEG agents on germination and some seedling growth yield components in rice (*Oryza sativa* L.). Asian Journal of Plant Sciences. 8: 409-416.
- Nayer, M.; and R. Heidari (2008). Water stress induced by polyethylene glycol 6000 and sodium chloride in two maize cultivars. Pakistan journal of Biological Sciences. 11(1):92-97.
- Oertli, J.J. (1985). The response of plant cells to different forms of moisture stress. J. Plant Physiol. 121:295-300.
- Okcu, G.; M.D. Kaya; and M. Atak. (2005). Effects of salt and drought stresses on germination and seedling growth of pea (*Pisum sativum* L.). Turkish journal of agriculture and forestry. 29(4): 237-242.
- Partheeban¹, C.N.; P. Chandrasekhar¹; R.R. Jeyakumar¹; and R. Gnanam. (2017). Effect of PEG induced drought stress on seed germination and seedling characters of maize (*Zea mays* L.) genotypes. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 6(5): 1095-1104.
- Pathan, M.S.; P.K. Subudhi; B. Courtois; and H.T. Nguyen (2004). Molecular dissection of abiotic stress tolerance in sorghum and rice. In physiology and biotechnology integration for plant breeding. Edited by Nguyen HT, Blum A. Marcel Dekker, Inc: 525-569.
- Pereyra, M.A.; C.A. Zalazar; and C.A. Barassia (2006). Phospholipids in *Azospirillum*- inoculated wheat seedlings exposed to water stress. Plant Physiol. Biotec., 44: 873-879.
- Pezzani, F.; and C. Montana (2006). Inter- and intra-specific variation in the germination response to light quality and scarification in grasses growing in two-phase mosaics of the chihuahua desert. Ann. Bot., 97: 1063-1071.
- Rahbarian, R.; R. Khavari-Nejad; A. Ganjeali; A. Bagheri; and F. Najafi (2011). Drought stress effects on photosynthesis, chlorophyll fluorescence and water relations in tolerant and susceptible chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. Acta Biol. Crac. Ser. Bot., 53: 47-56.
- Rampino, P.; S. Pataleo; C. Gerardi; G. Mita; and C. Perrotta (2006). Drought stress response in wheat: physiological and molecular analysis of resistant and sensitive genotypes. Plant Cell Environ., 29: 2143-2152.
- Randhawa, N.; and K. Jagmeet (2014). Germination indices in response to water deficit induced through PEG and mannitol in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. International Journal Of Advanced Research. 2 (8): 65-73.
- Rao, D.L.N.; K.E. Giller; A.R. Yeo; and T.J. Flowers (2002). The effects of salinity and sodality upon nodulation and nitrogen fixation in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Ann. Bot., 89(5): 563-570.
- Rehman, S.; P.J.C. Harris; W.F. Bourn; and J. Wilkin (1997). The effect of sodium chloride on germination and the potassium and calcium contents of *Acacia* seeds. International Seed Testing Association Secretariate, reckenhz, Switserland. P. 45-57.

- Retta, A.; R.L. Vanderlip; R.A. Higgiins; and L.J. Moshier (1996). Application of Sorkam to simulate shattercane growth using forage sorghum, *Agron. J.*, 88: 569- 601.
- Sabaghpour, S.H.; A.A. Mahmodi; A. Saeed; M. Kamel; and R.S Malhotra (2006). Study on chickpea drought tolerance lines under dryland condition. *Indian J. Crop Sci.*, 1: 70–73.
- Skribanek, A.; and A. Tomcsányi (2008). Predicting water stress tolerance of malting barley varieties with seedlings PEG-reactions. *Acta Biologica Szegediensis*. 52(1):187-189.
- Sleimi, N.; I. Bankaji; H. Touchan; and F. Corbineau (2013). Effects of temperature and water stresses on germination of some varieties of chickpea (*Cicer arietinum*). *African Journal of Biotechnology*. 12(17): 2201-2206.
- Soltani, A.; M. Gholipoor; and E. Zeinali (2006). Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environ. Exp. Bot.*, 55: 195-200.
- Tas, S.; and B. Tas (2007). Some physiological responses of drought stress in wheat genotypes with different ploidy in Turkey. *World. J. Agric. Sci.*, 3: 178-183.
- Teixeira, J.; and S. Pereira (2007). High salinity and drought act on an organ-dependent manner on potato glutamine synthetase expression and accumulation, *Environ. Exp. Bot.*, 60: 121-126.
- Tian, X.; and Y. Lei (2006). Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedling. *Biologia Plantarum*. 50(4):775-778.
- Turner, N.C.; S. Abbo; J.D. Berger; S.K. Chaturvedi; R.J. French; C. Ludwig; D.M. Mannur; S.J. Singh; and H.S. Yadava (2007). Osmotic adjustment in chickpea (*Cicer arietinum* L.) results in no yield benefit under terminal drought. *J. Exp. Bot.*, 58: 187-194.
- Urbietta, I.R. (2008). Soil water content and emergence time control seedling establishment in three co-occurring Mediterranean oak species. *Can. J. For. Res.*, 38: 2382-2393.
- Valifard, M.; A. Moradshahi; and B. Kholdebarin (2012). Biochemical and physiological responses of two wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars to drought stress applied at seedling stage. *J. Agr. Sci. Tech.*, 14: 1567-1578.
- Verslues, P.E.; and R.E. Sharp (1999). Proline accumulation in maize (*Zea mays* L.) primary roots at low water potentials. II. Metabolic source of increased proline deposition in the elongation zone. *Plant Physiol.*, (1999) 119: 1349-1360.
- Yucel, D.O.; A.E. Anlarsal; D. Mart; and C. Yücel (2010). Effects of drought stress on early seedling growth of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *World Appl. Sci. J.*, 11(4):478-485.

Effect of Osmotic Potential Induced by Polyethylene Glycol (PEG₆₀₀₀) on the Germination of Five Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Varieties

Loubana Al-Saleh⁽¹⁾ Bashar Hyass⁽²⁾ and Fadi Abbas*⁽³⁾

(1). Department of Field Crops, Faculty of Agriculture, Al Baath University, Homs, Syria.

(2). Agriculture Research Center of Homs, General Commission for Scientific Agricultural Research (GCSAR), Damascus, Syria.

(*Corresponding author: Dr. Fadi Abbas. E-Mail: fadiab77@gmail.com).

Received: 01/12/2018

Accepted: 10/01/2019

Abstract

This experiment was conducted in the labs of Chemistry and Petroleum Engineering Faculty at AL-Baath University, Homs, during 2017. PEG₆₀₀₀ was applied to the germination media with low osmotic potentials (OP) i.e. 0, -3 and -6 bar, for screening 5 chickpea varieties under controlled conditions. Complete randomized design (CRD) with three replicates was used. The results exhibited a genetic difference between the varieties concerning the response to the application of PEG₆₀₀₀ in the media. The germination percent was decreased with the decline of osmotic potential 0, -3 and -6 bar. The percentages of germination were 100, 93.67 and 70.73 % respectively, as compared with the control. While the speed of germination was 6.70, 4.98 and 2.22 respectively. The length of epicotyl and radicle were estimated in all of tested osmotic potentials, and the results showed that with decreasing the osmotic potential the length decreased, and the decrement in epicotyl was more than radicle. The variety Ghab5 achieved the lowest scores in growth decline compare to the other varieties. The differences between genotypes in the response to drought stress using PEG₆₀₀₀ during germination, and the z-distribution analysis which classified the varieties to tolerant and sensitive. Ghab5 and Ghab4 were considered as tolerant genotypes for drought stress, and could be sown successfully under the most drought conditions, compare to other varieties.

Key words: Osmotic potential, Polyethylene Glycol PEG₆₀₀₀, Germination stage, Chickpea.